Міністерство освіти та науки України

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

СТАНДАРТИЗАЦІЯ, МЕТРОЛОГІЯ, КОНТРОЛЬ

Методичні вказівки до лабораторних робіт

для студентіввсіх спеціальностей галузі знань «Механічна інженерія»всіх форм навчання

Краматорськ
ДДМА
2018

УДК 621.7.08: 621.753.1/.14

Стандартизація, метрологія, контроль. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентіввсіх спеціальностей галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання. / Укл. Т. О. Кулік. — Краматорськ : ДДМА, 2018. — 36 с.

Методичні вказівки призначені для студентів, що освоюють курси «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання», «Стандартизація, метрологія, контроль», а також «Деталі машин та основи взаємозамінності».

Посібник містить опис найбільш поширених в машинобудуванні засобів та методів вимірювання гладких циліндричних поверхонь деталей загального машинобудування. Наведені конкретні лабораторні роботи, що виконуються студентами в процесі освоєння відповідних дисциплін, а також форми звітів до них.

Укладач Т. О. Кулік, ст. викладач.

Відп. за випуск С. Г. Карнаух, доц.

З М І С Т

.....стор.
Загальні вказівки до виконання лабораторних робіт 5
Основні метрологічні визначення 7
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. Абсолютні вимірювання лінійних розмірів за допомогою стандартних універсальних накладних вимірювальних засобів 9
1.1 Прилади, інструменти, приладдя 9
1.1.1 Штангенінструменти: штангенциркуль ГОСТ 166-80; штангенглибиномір ГОСТ 162-80; штангенрейсмус ГОСТ 164-80 9
1.1.2 Мікрометричні інструменти: мікрометр гладкий; мікрометричний глибиномір; мікрометричний нутромір.....11
1.2 Основні теоретичні відомості.....13
1.3 Хід роботи 14
1.4 Контрольні питання.....14
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2. Вибір універсальних засобів вимірювань лінійних розмірів і проведення відносних вимірювань 15
2.1 Прилади, інструменти, приладдя 15
2.1.1 Індикатор годинникового типу ГОСТ 577-68 15
2.1.2 Індикаторний нутромір ГОСТ 686-82 16
2.1.3 Головка пружинна вимірювальна ГОСТ 14711-69 17
2.1.4 Мікрометр важільний ГОСТ 4381-80.....18
2.1.5 Оптиметр вертикальний ГОСТ 5405-75.....19
2.1.6 Набір плоскопаралельних кінцевих мір довжини (ПКМД) ГОСТ 9038 – 83 20
2.2 Основні теоретичні відомості 21
2.3 Хід роботи 22
2.4 Контрольні питання 23
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. Нормування та контроль відхилень форми і розташування поверхонь циліндричної деталі 24
3.1 Прилади, інструменти, приладдя 24
3.1.1 Індикатор годинникового типу ГОСТ 577-68 24

3.1.2 Стійки для закріплення індикатора годинникового типу ГОСТ 10197-70 25
3.1.3 Плита повірочна ГОСТ 10905-75.....25
3.1.4 Призма ГОСТ 5641-82 26
3.2 Основні теоретичні відомості 26
3.2.1 Призначення допусків форми і розташування в кресленнях 27
3.2.2 Методика вимірювань відхилень форми і розташування поверхонь деталей.....28
3.2.2.1 Вимірювання відхилення від прямолінійності 29
3.2.2.2 Вимірювання відхилення від круглості 30
3.2.2.3 Вимірювання відхилення від співвісності 31
3.2.2.4 Вимірювання радіального биття 32
3.3 Хід роботи 33
3.4 Контрольні питання 34
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....35

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Зміст цього навчального посібника у відповідності до програми курсу «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання» розбито на окремі лабораторні роботи, темою кожної є опис вимірювальних засобів і методів вимірювань деталей певної геометричної форми.

Опис лабораторних робіт, в свою чергу, розбито на кілька підрозділів: опис приладів і пристосувань, що застосовано у даній роботі; загальні вказівки до методики проведення вимірювань; безпосередньо хід роботи та контрольні запитання для самопідготовки.

При вивченні конструкцій і метрологічних характеристик приладів і засобів вимірювань увагу слід приділити особливостям застосування приладів, що мають місце в даному конкретному випадку. З цією метою в тексті опису приладів курсивом виділено «***при вимірюванні***». Цю частину опису слід вивчити особливо уважно.

Результати вимірювань в звіт слід вносити з урахуванням точності проведених вимірювань. Тобто, при вимірюванні, наприклад, штангенциркулем з ціною поділки 0,02 мм, розряд результату вимірювання повинен бути не нижче, ніж соті частки міліметру.

Кожна лабораторна робота по виконанню розділяється на два етапи – підготовчий і виконавчий.

Підготовчий етап включає наступні дії:

1. Повторити за підручником відомості про типи деталей, які будуть вимірюватися в майбутній роботі, допусках на вимірювані розміри, відхилення форми і розташування поверхонь цих деталей, і підрахувати за отриманими кресленнями деталей величини допусків та гранічні розміри.
2. Вивчити за підручником та даними вказівками устрій і основні параметри засобів вимірювання, якими належить користуватись.
3. Вивчити схеми вимірювання для кожної лабораторної роботи.
4. При необхідності виконати числові підрахунки, необхідні для виконання вимірювань, і занести ці підрахунки в звітні бланки.
5. Вивчити форми звітних бланків для лабораторної роботи та заповнити в них початкові графи: відомості про студента, вимірювану деталь, вимірювальні засоби і т. п.

На *виконавчому* етапі дії поділяються на теоретичну і практичну частини.

У теоретичній частині учень визначає придатність отриманого ним засобу вимірювання для виконання заданого виміру. У практичній -виконує безпосередньо вимірювання і робить висновки про придатність деталі.

При виконанні теоретичної частини виконавчого етапу слід звернути увагу на наступне. Великий вплив на точність виготовлення деталей заданих розмірів надає співвідношення величини похибки вимірювання застосовуваним засобом з величиною допуску на обробку одержуваного розміру деталі. Це співвідношення визначається величиною допустимої похибки вимірювання δ , яка встановлена ГОСТ 8.051-81. Числове значення δ знаходять в залежності від величини допуску розміру (квалітету) і номінального розміру вимірюваної деталі.

При використанні засобів вимірювання виникають похибки вимірювання. Граничні похибки вимірювання Δ виявлені шляхом досліджень та опубліковані в РД50-96-86. Щоб бути впевненим, що взятий вимірювальний засіб за його точністю можна застосовувати для вимірювання даного розміру, слід зіставити величину граничної похибки вимірювання Δ з величиною допустимої похибки вимірювання δ.

Таке зіставлення студент повинен виконувати на початку лабораторної роботи в наступному порядку:

1. Визначити величину допустимої похибки вимірювання δ за ГОСТ 8.051-81.

2. Орієнтуючись на метрологічні характеристики приладів відібрати засоби, що підходять за межами виміру та видом вимірюваної поверхні (зовнішня, внутрішня, уступ)

3. Серед обраних підібрати такий засіб виміру, у якого величина граничної похибки вимірювання Δ близька до величини допустимої похибки вимірювання δ, але при цьому не перевищує її.

ОСНОВНІ МЕТРОЛОГІЧНІ ВИЗНАЧЕННЯ

Метрологія- наука про вимірювання фізичних величин, методах і засобах забезпечення їх єдності і способах досягнення необхідної точності.

Зробити висновок про придатності циліндричної поверхні можна як за результатами вимірювань, так і за результатами контролю.

Вимірювання- це визначення дійсного розміру, що виконане дослідним шляхом за допомогою технічних засобів і виражене в прийнятих стандартних одиницях виміру.

Контроль- це визначення придатності поверхні за допомогою технічних засобів (калібрів), що імітують сполучені поверхні без безпосереднього визначення дійсного розміру.

За характером оцінки значень вимірюваної величини метод вимірювань може бути абсолютним або відносним, прямим або непрямим, комплексним або диференційованим.

При **абсолютному** методі вимірювань проводиться оцінка значення всієї вимірюваної величини або розмірів безпосередньо з показань вимірювального приладу, тоді як при **відносному** методі проводиться оцінка значення відхилення вимірюваної величини від відомого розміру настановної міри або зразка.

Прямий метод вимірювань характеризується безпосередньою оцінкою по мірі або показань вимірювального приладу розміру досліджуваної деталі або відхилення розміру, тоді як **непрямий** метод характеризується оцінкою розміру за результатами вимірювання інших розмірів, пов'язаних із шуканим визначеною залежністю.

При **комплексному** методі вимірювання здійснюється сукупна перевірити кілька елементів. Вимірювальний інструмент при цьому, як правило, є прототипом форми вимірюваних деталей і обмежує межі її контуру. Метод **диференціального** (або елементного) вимірювання, на відміну від цього, характеризується перевіркою окремо кожного елемента деталі.

По способу отримання результатів вимірювань засоби вимірювання поділяються на контактні і безконтактні.

Контактними називають такі засоби, при застосуванні яких відбувається безпосередньо контакт вимірювальних поверхонь приладу та контрольованого об'єкта. **Безконтактними** називають такі засоби вимірювання, при застосуванні яких дотику між поверхнею вимірюваної деталі і вимірювальними поверхнями приладу немає.

Прийоми вимірювань всіх передбачуваних робіт в основному базуються на практиці заводських вимірювальних лабораторій, однак ця установка не витримана щодо кількості вимірювань одного розміру. Це пов'язано з тим, що для студентської лабораторної роботи, де важливо лише вивчити метод виміру, кількість вимірювань в цілях економії витраченого часу може бути зменшено.

Контроль циліндричних деталей проводиться в основному за допомогою універсальних вимірювальних засобів, причому одна і та ж деталь може бути виміряна на ряді приладів. У цьому випадку студент повинен насамперед вибрати прилад та ознайомиться з його схемою. Вибір того чи іншого вимірювального засобу залежить значною мірою від його **метрологічних характеристик**.

До таких характеристик відносяться:

Ціна поділки шкали приладу – значення вимірюваної величини, що відповідає одному розподілу шкали.

Інтервал поділки шкали – відстань між осями симетрії двох поруч лежать штрихів.

Межа вимірювань за шкалою – визначає область його застосування. Так, наприклад, оптиметр з ціною поділки 0,001 мм і поділками шкали ±100 має межи вимірювань за шкалою ±0,1 мм і не може застосовуватися для відносних вимірів деталей, допуск яких перевищує цю величину.

Межа виміру приладу в цілому – це найбільші і найменші величини, які можуть бути виміряні на даному пристою. Вони визначаються габаритами стійки, в якій закріплений прилад або межами основної шкали.

Похибка показань – алгебраїчна різниця між показаннями приладу і дійсним значенням вимірюваної величини.

Допустима похибка – найбільша за абсолютною величиною похибка міри або показань приладу, що допускається діючими нормами.

Гранична (сумарна) похибка вимірювання – сукупність похибок, в яку входять погрішність показань приладу, похибка настановних мір, похибка від відхилення температур, похибка від вимірювального зусилля і т. д. Вибір засобів вимірювання за точністю здійснюється шляхом порівняння граничної похибки з допуском деталі (допустимої похибкою).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

АБСОЛЮТНІ ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СТАНДАРТНИХ УНІВЕРСАЛЬНИХ НАКЛАДНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

Література: [**1**, с. 110; **2**, с. 6-16, 66-92; **3**, с. 41-55]

Метою роботи є набуття навичок вибору та використання штанген- і мікрометричних приладів; навичок визначення придатності деталей (відповідність кресленикам).

1.1 Прилади, інструменти, приладдя

1.1.1 Штангенінструменти: штангенциркуль ГОСТ 166-80; штангенглибиномір ГОСТ 162-80; штангенрейсмус ГОСТ 164-80

Штангенциркуль - універсальний інструмент, призначений для високоточних лінійних вимірювань зовнішніх і внутрішніх розмірів, що одержав широке поширення завдяки простій конструкції, зручності в обігу та швидкості в роботі.

Штангенциркуль має в якості основної деталі висувну штангу з вимірювальною шкалою. Ця шкала розділена на поділки по 1 мм. Особливої конструктивною рисою його є наявність такого пристрою, як ноніус. Це допоміжна шкала, яка рухлива щодо основної лінійки. Вона допомагає правильно визначити кількість часток поділу на цій лінійці. Ділення на шкалі ноніуса, ще відомого як «верньєр», на певну частку менше, ніж ділення основної лінійки. Їх може бути 10 для моделі, що має точність до 0,1 мм, або 20 для моделей з точністю до 0,05 мм Принцип роботи ноніуса заснований на тому, що на око визначити збіг розподілів набагато легше, ніж відносне розташування одного поділу між двома іншими.

Інструмент складається з нерухомої основи і висувної арматури. Вони виготовлені з інструментальної сталі (рис. 1.1).

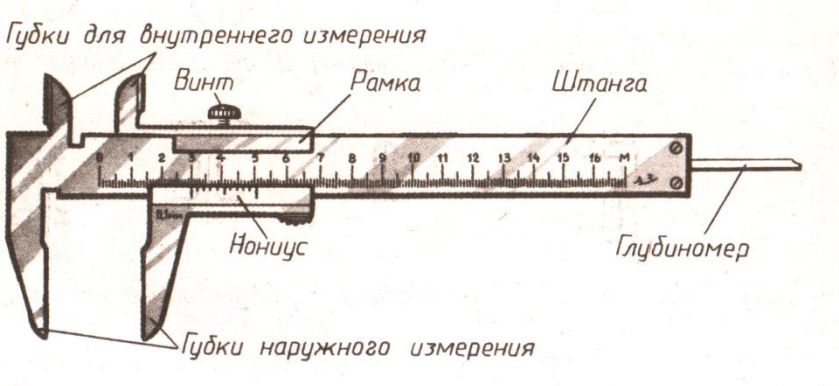


Рис. 1.1 - Штангенциркуль

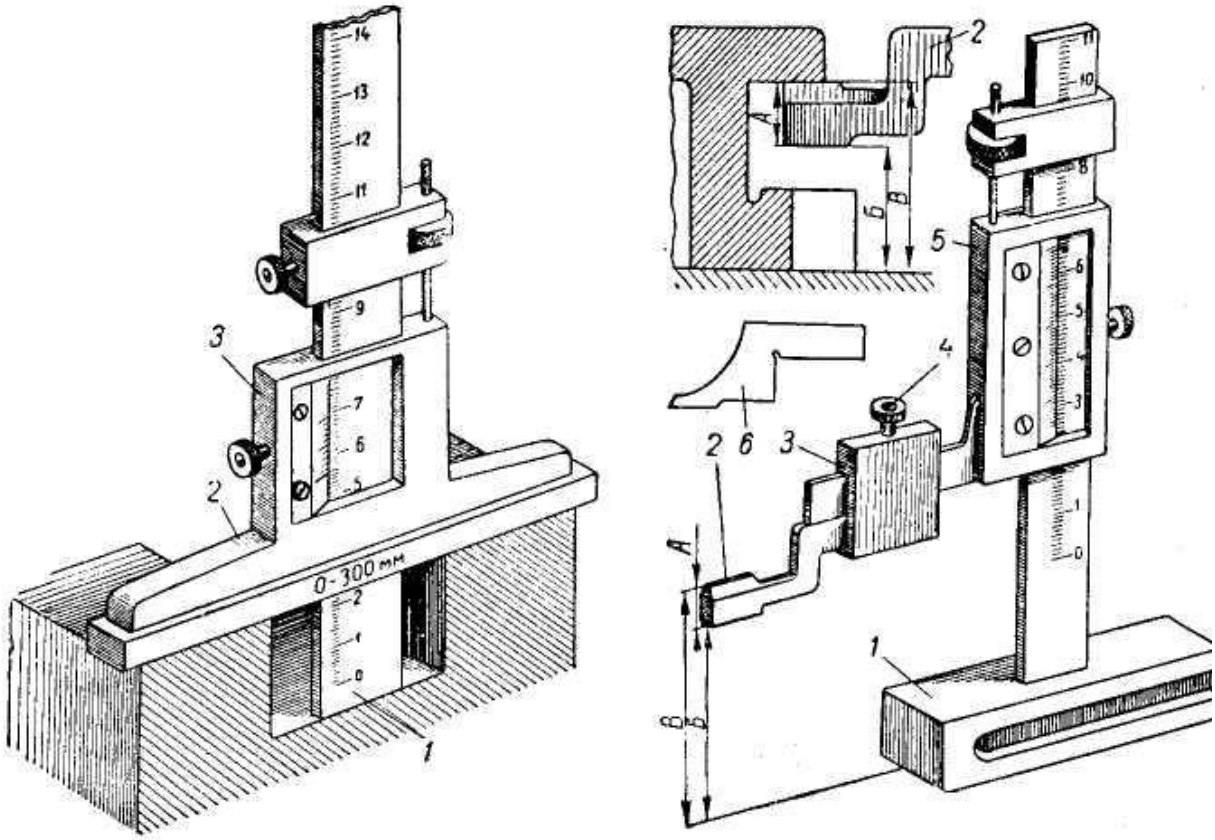
До складу штангенциркуля входять наступні складові частини.

Основна штанга, на яку кріпиться вся рухома арматура. На ній знаходиться основна шкала.

Рухлива рамка, що має гвинтовий фіксатор та притискається внутрішньої пружинної пластиною. На ній знаходиться шкала ноніуса. Вона може бути нанесена безпосередньо на рамку, а може перебувати на пластині, закріпленої гвинтами. Це дозволяє регулювати її відносно шкали на штанзі.

Губки для вимірювань зовнішніх поверхонь, або великі губки. Одна з них закріплена на нерухомій штанзі, а інша — на рухомий рамці. На кінцях є вузькі поверхні, що дає додаткові можливості для вимірювання.

Губки для виміру внутрішніх поверхонь.



а) штангенглибиномір б) штангенрейсмус

Рис. 1.2 - Штангенінструменти

На рисунку 1.2 а показаний штангенглибиномір, а на рисунку 1.2 б штангенрейсмус. *Штангенглибиномір* служить для вимірювання відстаней між двома площинами, глибин пазів, глухих отворів, довжин і висот ступінчастих деталей.

Штангенрейсмус призначений в основному для розмітки, хоча їм можна виміряти зовнішні та внутрішні розміри деталей. Вимірювальні

площині штангенглибиноміра і штангенрейсмуса позначені цифрами 1 і 2. Інші частини приладів мають ті ж назви, що й у штангенциркуля.

При вимірюванні штангенциркулем губки штангенциркуля щільно з невеликим зусиллям, без зазорів і перекосів притискають до деталі. Після закінчення установки інструменту рамка стопориться за допомогою гвинта і проводиться відлік.

Порядок відліку показань штангенциркуля за шкалами штанги і ноніуса (рис. 1.3):

- визначають число цілих міліметрів, для цього знаходять на шкалі штанги штрих, найближчий зліва до нульового штриха ноніуса;
- визначають частки міліметра, для цього на шкалі ноніуса знаходять штрих, що є найближчим до нульового розподілу та збігається зі штрихом шкали штанги;
- підраховують повну величину показання штангенциркуля, для цього складають відлік за основною шкалою (число цілих міліметрів) і відлік за шкалою ноніуса (часток міліметра).

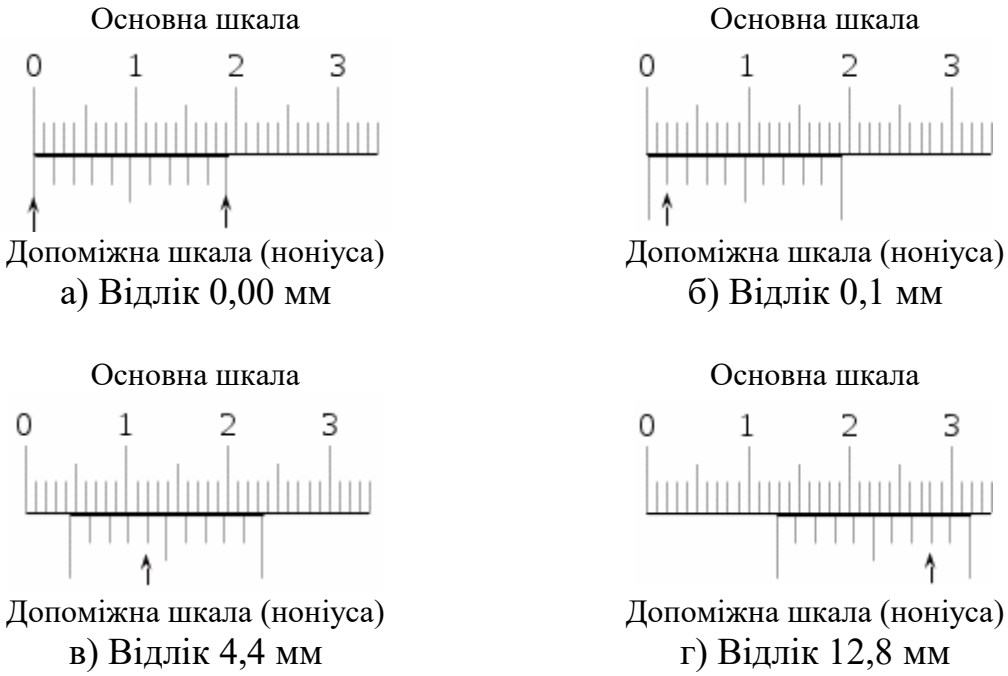
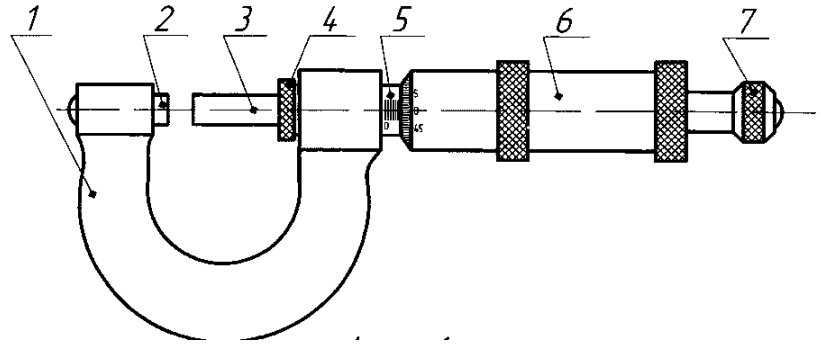


Рис. 1.3 - Відлік показань штангенциркуля за шкалами штанги і ноніуса

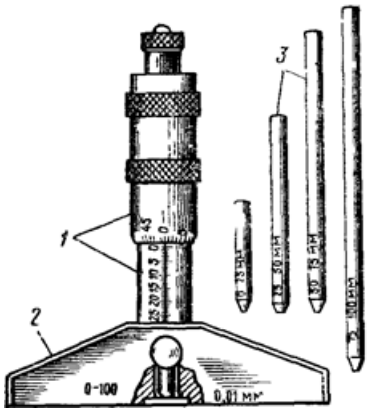
1.1.2 Мікрометричні інструменти: мікрометр гладкий; мікрометричний глибиномір; мікрометричний нутромір

До основних мікрометричним інструментів належать: мікрометри (рис. 1.4 а), мікрометричні глибиноміри (рис. 1.4 б) і мікрометричні нутроміри (рис. 1.4 в). Мікрометричні інструменти мають два відлікових пристроя. Перший складається з шкали з ціною поділки 0,5 мм, нанесеною

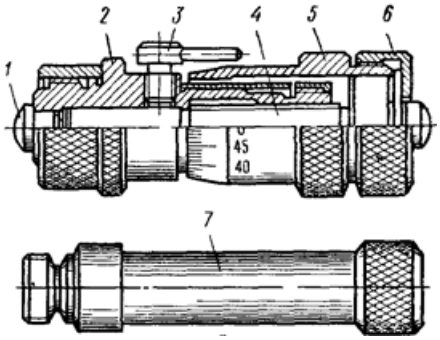
на стеблі 5 і вказівника, яким є торець барабана 6. Другий відліковий пристрій складається зі шкали з ціною поділки 0,01 мм, нанесеною на конусній поверхні барабана 6 та вказівника у вигляді поздовжнього штриха, нанесеного на стеблі 5 (див. рис. 1.5).



а) мікрометр гладкий

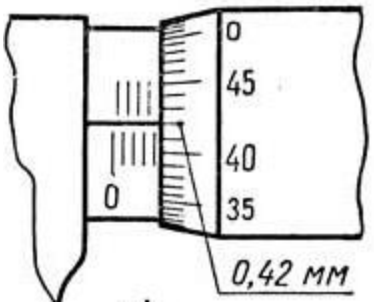


б) глибиномір

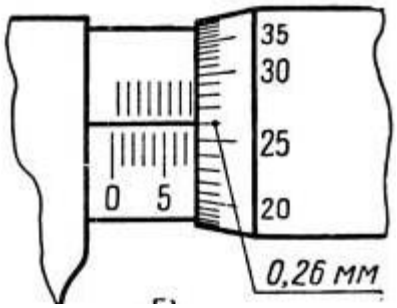


в) нутромір

Рис. 1.4 – Мікрометричні інструменти



а) Відлік 4+0,42=4,42 мм



б) Відлік 7+0,5+0,26=7,76 мм

Рис. 1.5 - Відлік показань мікрометричних інструментів

Для визначення розміру досліджуваної деталі роблять відлік за двома відліковими пристроями і підсумовують їх (рис. 1.5).

Цей порядок відліку залишається незмінним для всіх типів мікрометричного інструменту.

Мікрометричний глибиномір призначений для вимірювання глибин пазів і глухих отворів, для вимірювання довжин і висот ступінчастих деталей. В комплект глибиноміра входять декілька вимірювальних стрижнів 3.

Мікрометричний нутромір служить для вимірювання діаметрів отворів і внутрішніх розмірів. Мікрометрична головка нутроміру складається з стебла і мікрогвинта 6, що з'єднується з корпусом барабана 4 гайкою 5. Кінець мікрогвинта служить одним з вимірювальних наконечників. До комплекту нутроміра входить установча міра, що має вигляд скоби, по якій проводиться нульова установка, а також набір подовжувачів 7.

При застосуванні мікрометра його тримають в руках або закріплюють у стійці. Після установки на нуль шляхом обертання мікрогвинта 3 за тріскачку 7 вимірювану деталь затискають між вимірювальними поверхнями мікрогвинта 3 і п'яти 2 і роблять відлік.

При вимірюванні глибиноміром його основу 2 необхідно притискати до поверхні деталі рукою з зусиллям, що перевищує вимірювальне зусилля, щоб створити щільне прилягання вимірювальної поверхні деталі.

При вимірюванні мікрометричний нутромір вводять в вимірювальний отвір і, відстопоривмікрогвинт, обертанням накатного кільця приводять вимірювальні наконечники в зіткнення зі стінками отвору, потім знову стопорять мікрогвинт. Мікрометричний нутромір не має тріскачки, тому щільність дотику вимірювальних наконечників з поверхнями деталі визначають на дотик. Відлік проводять по стеблу і барабану стандартно.

Результуючий розмір отвору визначають як:

$$75 + D_c + D_б + L,$$

де D_c – відлік за шкалою стебла; $D_б$ – відлік за шкалою барабана; L – сумарна довжина подовжувачів.

1.2 Основні теоретичні відомості

При **абсолютному** методі вимірювання – проводиться оцінка значення всієї вимірюваної величини або розміру безпосередньо з показань вимірювального приладу. В результаті вимірювання визначають дійсний розмір деталі.

Дійсний розмір ($D_д, d_д$) – розмір, який деталь має після виготовлення, і який отримано в результаті вимірювання з допустимою похибкою.

Придатність дійсного розміру визначається виходячи з результатів порівняння його з граничними розмірами:

$$D_{min} \leq D_д \leq D_{max};$$
$$d_{min} \leq d_д \leq d_{max}.$$

1.3 Хід роботи

Потрібно з урахуванням метрологічних характеристик приладів і допустимих похибок вимірювання вибрати прилади для вимірювання заданих поверхонь; шляхом вимірювання деталі виявити відповідність між дійсними розмірами і граничними, що допускаються стандартом.

Порядок проведення роботи:

1. Вивчити конструкцію, метрологічні характеристики використовуваних у даній роботі приладів, а також методику вимірювань.
2. Розрахувати граничні розміри деталей, виходячи з полів допусків, зазначених в ескізі.
3. Зробити вибір можливих варіантів вимірювальних засобів в залежності від:

- типу поверхні (зовнішня, внутрішня, уступ);
- похибки приладу (похибка не повинна перевищувати допустиму похибку вимірювання).

4. Провести вимірювання дійсних розмірів.
5. Занести результати до звіту і дати висновок про придатність розмірів.

1.4 Контрольні питання

1. Дати опис конструкції, області застосування і особливостей вимірювання поверхонь за допомогою вимірювальних засобів:

- штангенциркуль;
- штангенглибиномір;
- штангенрейсмус;
- мікрометр;
- мікрометричної глибиномір;
- мікрометричний нутромір.

2. Показати на штангенциркулі розмір 31,75 мм і 59,05 мм.
3. Який розмір називають дійсним, номінальним, граничним? Як зробити висновок про придатність деталі?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ВИБІР УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ І ПРОВЕДЕННЯ ВІДНОСНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Література [**1**, с. 110; **2**, с. 16-18, 24-34, 92-102, 107-115,116-130; **3**, с. 15-19, 56-76; 4, с. 10-16]

Метою роботи є засвоєння методики вибору стандартних універсальних засобів вимірювання лінійних розмірів у відповідності з ГОСТ 8.051-81 і РД 50-98-86, а також придбання навичок проведення відносних вимірювань за допомогою механічних, важільно – механічних і оптико – механічних вимірювальних засобів.

2.1 Прилади, інструменти, приладдя

2.1.1 Індикатор годинникового типу ГОСТ 577-68

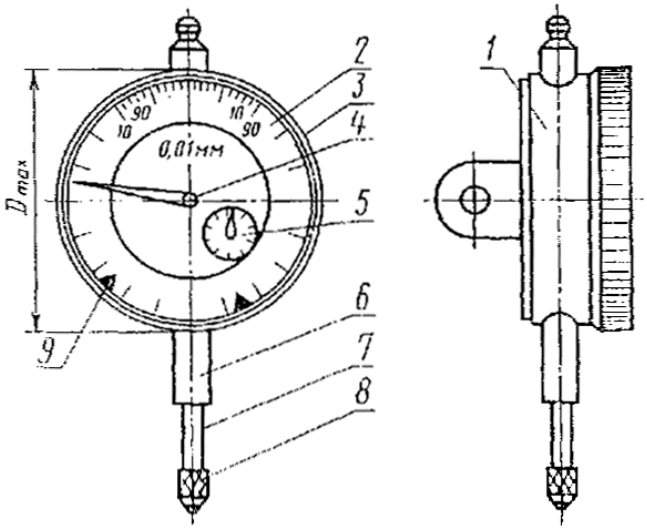


Рис. 2.1 Індикатор годинникового типу

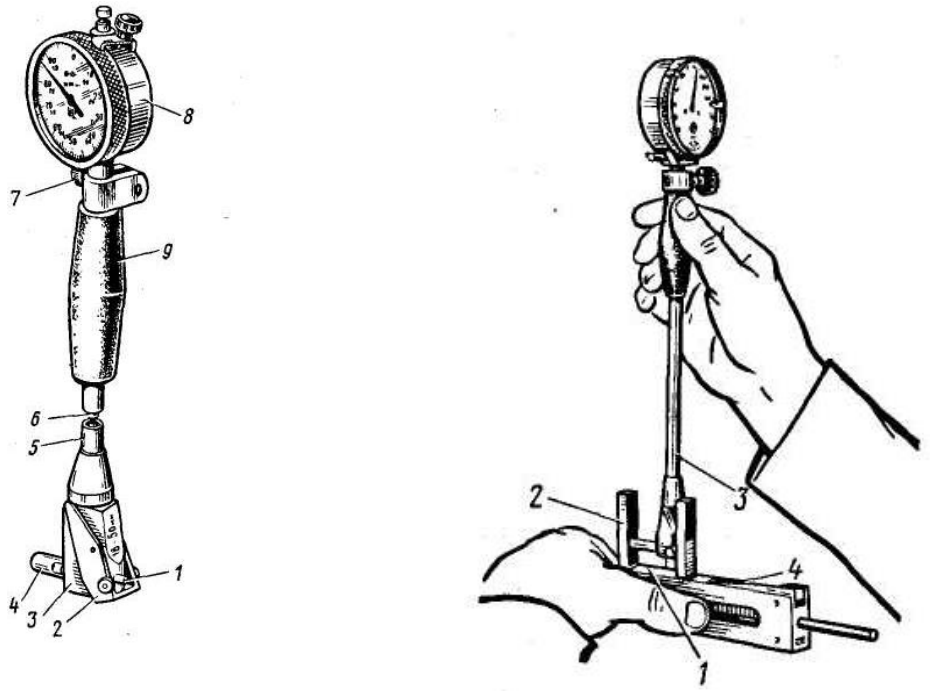
Індикатором годинникового типу називається такий вимірювальний інструмент, який проводить вимірювання контактним методом з допомогою штифта і спеціального зубчатого механізму, наявного всередині корпусу. Як правило, індикатори часового типу оснащуються двома шкалами вимірювань і використовуються для того, щоб відображати величини відхилень від заданих розмірів, які складають не більше 1 мм.

У найбільш поширених і часто використовуваних індикаторів годинникового типу їх великі шкали розділені на сто частин. При цьому ціна такого розподілу становить 0,01 (одну соту частку) міліметра. Малі ж шкали цих вимірювальних інструментів призначені для того, щоб за ним відраховувати цілу кількість міліметрів, наявних у заданому розмірі. В залежності від типу приладу і особливостей його конструкції, їх може бути до п'яти, семи чи десяти. Щоб встановити шкалу індикатора в нульове

положення, потрібно від руки провести обертання зовнішньої накатаній обойми.

Для вимірювання індикатор годинникового типу встановлюється в інструментальний штатив, стійку або закріплюються в якому–небудь затискному пристосуванні приладу. Шкалу приладу встановлюють на нуль поворотом шкали 3. Слід пам'ятати, що перед установкою шкали індикатора в нульове положення повідомляють натяг 1...2 мм.

2.1.2 Індикаторний нутромір ГОСТ 686-82



а) зовнішній вигляд б) установка на нуль по блоку ПКМД з боковинами

Рис. 2.2 - Індикаторний нутромір

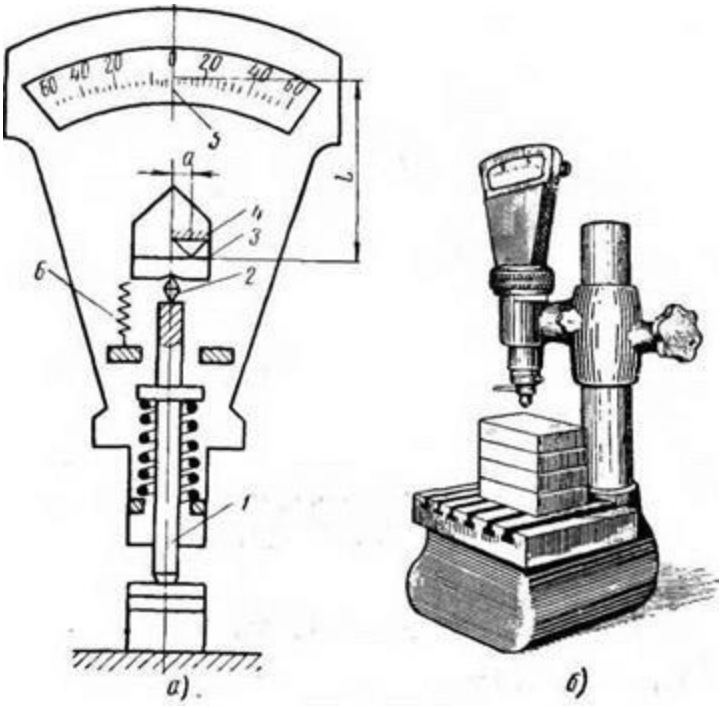
До важільно - механічних приладів відносяться нутроміри індикаторні. Вони призначені для відносних вимірювань отворів від 3 до 1000 мм і складаються (рис. 2.2 а) з корпусу 9, відлікового пристрою 8 (індикатор годинникового типу), рухомого (вимірювального) і нерухомого (регульованого) 4 стержнів, рівноплечого (Г-образного) важеля, центрувального містка 2 і рухомого штока 1. При вимірюванні отвору стрижень, рухаючись в напрямку, перпендикулярному осі отвору, повертає Г-подібний важіль навколо осі і переміщує на ту ж величину шток і вимірювальний наконечник індикатора. Переміщення стрілки індикатора вказує на відхилення дійсного розміру отвору, що перевіряється, від розміру налаштування нутроміра. Установка індикатора на нуль здійснюється або по установчому кільцю, або по блоку кінцевих мір (рис. 2.2 б). Блок мір 1, в такому випадку, притирають з двома боковинами2 і затискають в державці 4.

Однією з особливостей отворів є те, що їх вимірювана по-поверхня має увігнуту форму. Саме з цієї причини ті деталі вимірювальних пристроїв, які з нею стикаються, є сферичними, причому їх радіуси істотно менше радіусів отворів.

Для вимірювання в отвір вимірювальної головки нутроміру угвинчується змінна вимірювальна вставка 4, підібрана за номінальним розміром отвору. Установка приладу на нуль проводиться за допомогою блоку мір, встановлених у спеціальній державка з боковинами.

Після повороту шкали індикатора в нульове положення, прилад обережно виводять з установочного пристрою, помітивши показання покажчика поворотів, і, викручуючи центруючий місток, вводять в контролюємий отвір.

2.1.3 Головка пружинна вимірювальна ГОСТ 14711-69



а) – схема; б) – зовнішній вигляд

Рис. 2.3 - Головка пружинна вимірювальна

Пружинні вимірювальні головки випускаються трьох основних типів: мікрокатори, мікатори (малогабаритні) і мінікатори. Пружинні індикатори вважаються найбільш точними важільно - механічними вимірювальними пристроями. В якості чутливого елемента використовується завита пружина зі стрілкою. Переміщення пов'язаного з вимірювальним стрижнем важеля призводить до зміни довжини пружини і повороту стрілки.

Вимірювальний стрижень 1 переміщується по кульковим напрямних. Опорний кінець вказівної стрілки 3 має вигляд вилки, що спирається своїми кінцями - ножами на призматичні подушки, закріплені на корпусі мініметра. Опорний ніж 4 контактує з плоскою подушкою, закріпленої на торці стрижня. Вимірювальне зусилля в мініметрі створюється пружиною 6.

Основна перевага такої конструкції у відсутності тертя при русі стрілки, що дозволяє досягти високої точності. Ціна поділки головки досягає 0,1 мкм. Крім того, прилади відрізняються простотою конструкції, довговічністю роботи і відсутністю мертвого ходу.

При вимірюванні встановлення приладу на нуль здійснюється з допомогою стійки, в якій закріплена головка (рис. 2.3 б).

2.1.4 Мікрометр важільний ГОСТ 4381-80

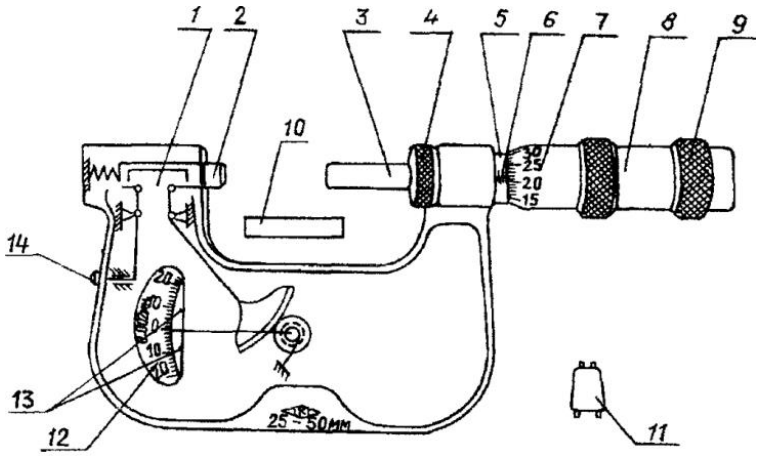
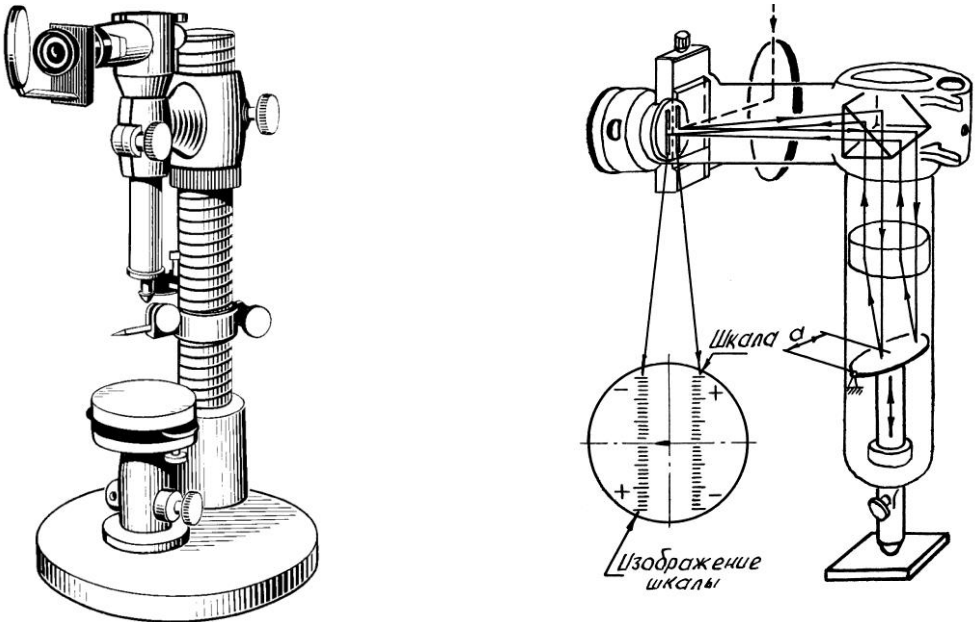


Рис. 2.4 - Мікрометр важільний

Мікрометр важільний є вимірювальним приладом, який застосовується переважно для відносних вимірювань. Прилад має в своєму складі мікрометричну голівку, що складається з гвинта, мікрогайки, барабана і стебла, а також шкального важільно – зубчастий відлікового пристрою, яке змонтовано безпосередньо в корпусі скоби. Під час виміру деталі рух передається від стрижня, який має вимірювальну поверхню, на зубчастий сектор. Це здійснюється за допомогою спеціального важеля. Зубчастий сектор зачіпляється з малим колесом. На осі колеса встановлена стрілка. Щоб здійснювати відвід вимірювального стрижня, у приладі є аретируючий пристрій, управління яким здійснюється за допомогою відповідної кнопки. Варто відзначити, що тут немає запобіжного механізму з тріскачкою, так як важільно-зубчастий механізм повністю замінює його функції та створює стабільне вимірювальне зусилля.

При вимірюванні за допомогою обертальних рухів потрібно поєднати стрілку на відліковому пристрої з нульовою відміткою на шкалі. Після цього потрібно найближчий штрих, розташований на барабані 8, поєднати з поздовжнім штрихом на стеблі 5. Потім мікрогвинт фіксується стопором 4. Після цього можна знімати остаточний відлік, встановивши вимірювану деталь, використовуючи кнопку переміщення п'яти 14.

2.1.5 Оптиметр вертикальний ГОСТ 5405-75



а) зовнішній вигляд б) оптична схема

Рис. 2.5 - Оптиметр вертикальний

Оптиметр вертикальний застосовують для точних вимірів зовнішніх розмірів. Він складається зі сталевого колонки, запресованої в чавунне підстава, вимірювального столу, підйомного мікрометричного механізму і оптичної частини. З допомогою гайок може підніматися і опускатися кронштейн, несучий трубку оптиметра, а також вимірювальний столик (рис. 2.5 а).

При вимірюванні прилад встановлюється на нуль. З цією метою до столу притирається установча міра. Направивши в трубку оптиметра дзеркалом світло, спостерігають в окуляр освітлене поле і частина шкали. Груба установка трубки здійснюється переміщенням кронштейна, а остаточну установку здійснюють переміщенням столу. Після чого гвинтами стопориться положення.

Встановивши прилад на нуль, аретиром піднімають вимірювальний наконечник і встановлюють вимірювану деталь.

2.1.6 Набір плоскопаралельних кінцевих мір довжини (ПКМД) ГОСТ 9038 – 83

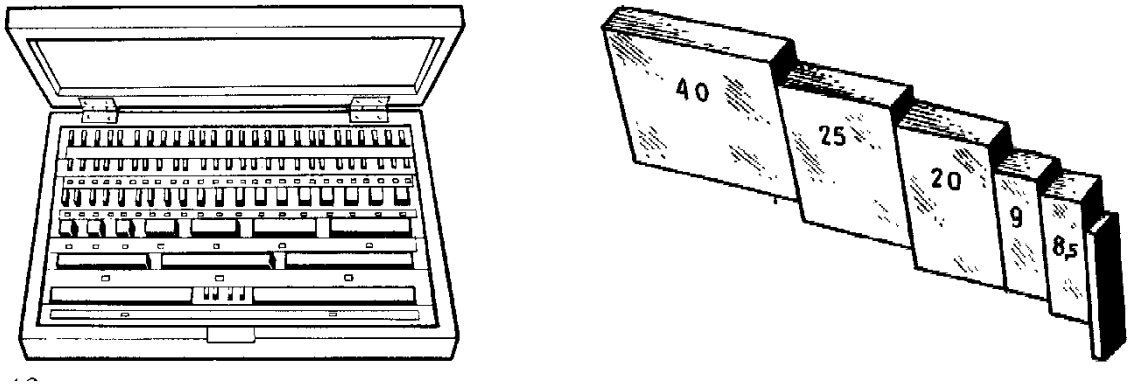


Рис. 2.6 - Набір ПКМД

ПКМД використовуються для зберігання одиниці довжини і її відтворення. А також для перевірки вимірювальних пристроїв, їх градуювання і установки нуля на приладах, передачі розмірів для необхідних налаштувань і служать натуральним вимірником розмірів всіляких деталей. Набір плоскопаралельних кінцевих мір довжини дозволяє провести розмічальні роботи з особливою точністю і наладку верстата. Основною функцією ПКМД вважається підтримання єдності мір в різних галузях промисловості.

Притиранням стосовно кінцевих мір довжини вважається ефект злипання двох плиток. Плоскопаралельні кінцеві міри довжини відполіровані так, що при їх суміщенні видаляються залишки повітря, і на них впливає тільки атмосферний тиск. Поверхневий натяг залишилися крапель рідини для змивання мастильного речовини і взаємодія між молекулами матеріалу, з якого виготовлені плитки, збільшують силу стиснення. Якщо плоскопаралельні кінцеві міри довжини відполіровані, то вони буду ідеально притиратися. Ця здатність плиток мір довжини вважається обов'язковою вимогою, бо втрата цієї якості означає знос поверхні міри.

При вимірюванні підбирають міру, яка має найменший розряд (найбільше число знаків після коми). Розмір обраної міри віднімають від розміру блоку і визначають залишок. Підбирають міру з найменшим розрядом із залишку, і визначають новий залишок. Таким чином визначають усі складові необхідного блоку мір. Чим менше мір використовується в блоці – тим краще. Після розрахунку складу блоку міри обов'язково притирають.

Приклад: для вимірювання розміру 13,78 підібраний блок мір 1,08+1,7+3+8

2.2 Основні теоретичні відомості

Відносне вимірювання – це вимірювання відношення величини до однойменної величини, що відіграє роль одиниці, або вимірювання величини по відношенню до однойменної величини, прийнятої за вихідну. Зокрема, вимірювання методом порівняння з мірою є відносним вимірюванням.

В якості міри, як правило, приймають плоскопаралельні кінцеві міри довжини. Прилади попередньо налаштовують на розмір кінцевих мір, а потім вимірюють дійсне відхилення: ед=dд – d.

Дійсний розмір, як видно з формули, дорівнюватиме алгебраїчній сумі міри і отриманого відхилення.

Загальний порядок проведення відносних вимірювань:

— Складається блок ПКМД, рівний номінальному розміру вимірюваної деталі.
— Вимірювальний стрижень приладу піднімається вручну або за допомогою аретирного пристрою.
— Блок мір встановлюється на повірочну плиту, вимірювальний столик, закріплюється в державці або в самому приладі в залежності від конструкції приладу.
— Вимірювальний стрижень опускається на поверхню міри, прилад встановлюється в нуль.
— Вимірювальний стрижень приладу піднімається вручну або за допомогою аретирного пристрою, на місце блоку мір поміщається вимірювана деталь.
— Вимірювальний стрижень опускається на поверхню деталі, шкала показує дійсне відхилення $е_д$.

Основи вибору універсальних вимірювальних засобів.

Результат будь - якого вимірювання, як би ретельно воно не проводилося, містить похибку вимірювання. Тому результат виміру завжди відрізняється від істинного значення вимірюваної величини.

Різниця між результатом вимірювання та істинним значенням вимірюваної величини називається похибкою вимірювання.

Оскільки істинне значення вимірюваної величини невідоме, то невідома і похибку вимірювання.

Похибка включає в себе всі складові як систематичної (наприклад, через відхилення від нормальної температури вимірювання; зміщення покажчика щодо нульової позначки), так і випадкової (наприклад, внаслідок варіацій показань приладу) похибок.

Як правило, вимірювання поверхні можна робити різними вимірювальними засобами, що мають різну точність вимірювання, а, отже, отримати неоднакові результати вимірювань.

Чим вище необхідна точність вимірювання, тим вище вимоги до точності вимірювальних засобів. Стандарт встановлює допустимі похибки вимірювання лінійних розмірів до 500 мм, наведені нижче в табл. 1.

Таблиця 2.1 – Допустима похибка вимірювання, мкм

Номінальні розміри, мм	**Квалітет**									
	5	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
до 3	1,4	1,8	3	3	6	8	12	20	30	50
св 3 до 6	1,6	2	3	4	8	10	16	30	40	60
св 6 до 10	2	2	4	5	9	12	18	30	50	80
св 10 до 18	2,8	3	5	7	10	14	30	40	60	90
св 18 до 30	3	4	6	8	12	18	30	50	70	120
св 30 до 50	4	5	7	10	16	20	40	50	80	140
св 50 до 80	4	5	9	12	18	30	40	60	100	160
св 80 до 120	5	6	10	12	200	30	50	70	120	180
св 120 до 180	6	7	12	16	30	40	50	80	140	200
св 180 до 250	7	8	12	18	30	40	60	100	160	240
св 250 до 315	8	10	14	20	30	50	70	120	180	260
св 315 до 400	9	10	16	24	40	50	80	120	180	280
св 400 до 500	9	12	18	26	40	50	80	140	200	320

Вибрані засоби вимірювання повинні забезпечувати похибка вимірювань менше нормованої стандартом для даного розміру.

2.3 Хід роботи

Потрібно з урахуванням метрологічних характеристик приладів і допустимих похибок вимірювання вибрати прилади для вимірювання заданих деталей; скласти блоки плоскопаралельних кінцевих мір довжини потрібних розмірів; шляхом порівняння деталей з мірою виявити відповідність між дійсними розмірами і граничними, що допускаються стандартом.

Порядок проведення роботи

1. Вивчити конструкцію, метрологічні характеристики використовуваних у даній роботі приладів, інструментів і приладдя, а також методику відносних вимірювань.

2. Зобразити ескізи вимірюваних деталей з проставлянням полів допусків.

3. Зробити вибір можливих варіантів вимірювальних засобів в залежності від: типу поверхні (зовнішня, внутрішня, уступ); номінального розміру (повинен відповідати межі вимірювань приладу або діапазону вимірювань його штатива); похибки приладу (похибка не повинна перевищувати допустиму похибку вимірювання).

4. Скласти блоки плоскопаралельних мір довжини, рівні номінального розміру вимірюваної деталі. В обов'язковому порядку провести їх притирання.

5. Провести вимірювання відхилень розмірів поверхонь, попередньо виконавши настроювання приладів на нуль по блокам мір.

6. Занести результати до протоколу і дати висновок про придатність розмірів.

2.4 Контрольні питання

1. Дати опис конструкції, області застосування і особливостей вимірювання поверхонь за допомогою вимірювальних засобів: головка пружинна вимірювальна; індикатор годинникового типу; нутромір індикаторний; мікрометр важільний; набір ПКМД.

2. Підібрати блок для розмірів 31,785 мм і 59,035 мм.

3. Дати характеристику похибок вимірювань і впливу на результат вимірювань

4. Яка різниця між дійсним і істинним розмірами?

5. Охарактеризувати фактори, що враховуються при виборі універсальних вимірювальних засобів вимірювання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

НОРМУВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВІДХИЛЕНЬ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДЕТАЛІ

Література [**1**, с. 110; **3**, с. 288-297]

Мета роботи: отримати навички нормування відхилень форми і розташування поверхонь, а також вивчити методи вимірювання відхилення від круглості, прямолінійності, співвісності, радіального биття зовнішніх циліндричних поверхонь з допомогою універсальних засобів вимірювання.

3.1 Прилади, інструменти, приладдя

3.1.1 Індикатор годинникового типу ГОСТ 577-68

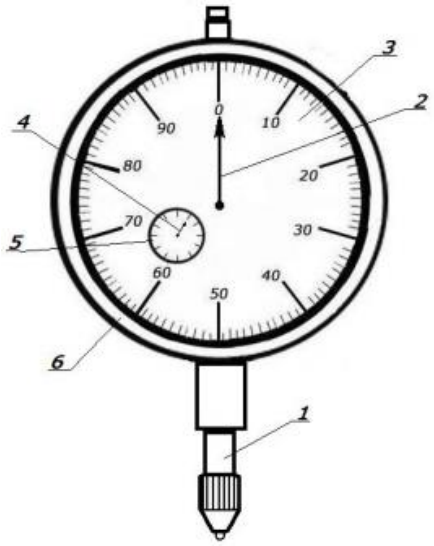


Рис. 3.1 -Індикатор годинникового типу

Індикатором годинникового типу називається такий вимірювальний інструмент, який проводить вимірювання контактним методом з допомогою штифта і спеціального зубчатого механізму, наявного всередині корпусу. Як правило, індикатори часового типу оснащуються двома шкалами вимірювань і використовуються для того, щоб відображати величини відхилень від заданих розмірів, які складають не більше 1 мм.

Дія індикатора засноване на перетворенні поступального переміщення вимірювального стержня 1 (див. рис. 3.1) в обертальний рух стрілок 2 і 4, здійснюється з допомогою переду - точного механізму. Повний оборот стрілки 2 відповідає переміщення вимірювального стрижня на 1 мм. Шкала 3 розділена на 100 поділок. Отже, ціна ділення шкали дорівнює 0,01 мм Для відліку числа повних обертів великої стрілки 2, тобто кількості цілих міліметрів, служить стрілка 4 і мала шкала 5 з ціною поділки 1 мм Шкала 3 індикатора разом з обідком 6 може бути повернена щодо корпусу так, щоб проти великої стрілки 2 можна було встановити будь поділку шкали 3.

Для вимірювання індикатор годинникового типу встановлюється в інструментальний штатив, стійку або закріплюються в якому–небудь затискному пристосуванні приладу. Шкалу приладу встановлюють на нуль поворотом шкали 3. Слід пам'ятати, що перед установкою шкали індикатора в нульове положення надають натяг 1...2 мм.

3.1.2 Стійки для закріплення індикатора годинникового типу ГОСТ 10197-70

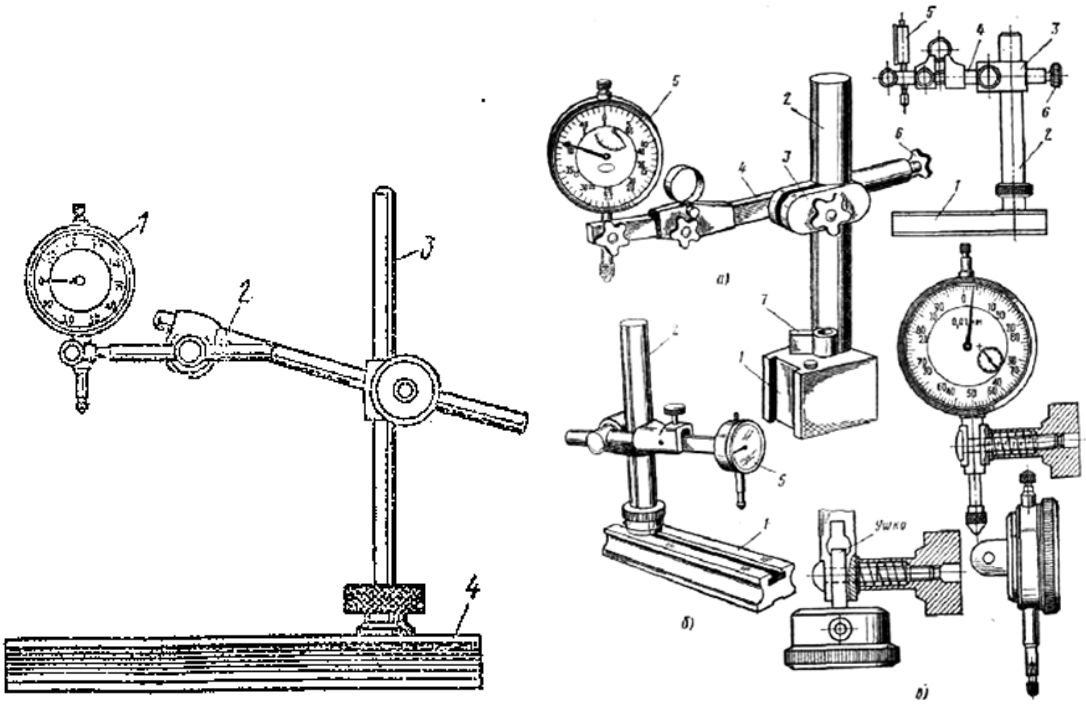


Рис. 3.2 - Стійки для закріплення індикатору годинникового типу

Індикатор годинникового типу встановлюється в інструментальний штатив. На підставі штатива закріплена циліндрична штанга, за якою закріплюється рухома муфта зі стрижнем, із закріпленим на кінці індикатором. Найчастіше штатив має магнітне основу. Магнітна основа дозволяє встановлювати штативи на вертикальних і похилих площинах вимірюваних сталевих деталей без додаткового кріплення.

3.1.3 Плита повірочна ГОСТ 10905-75

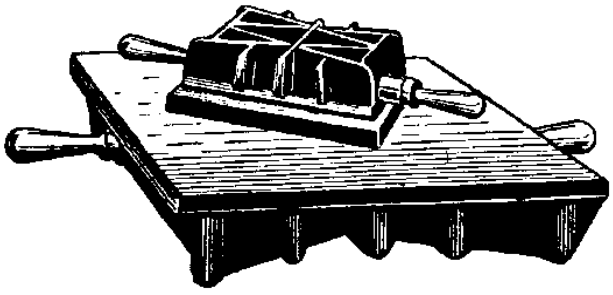
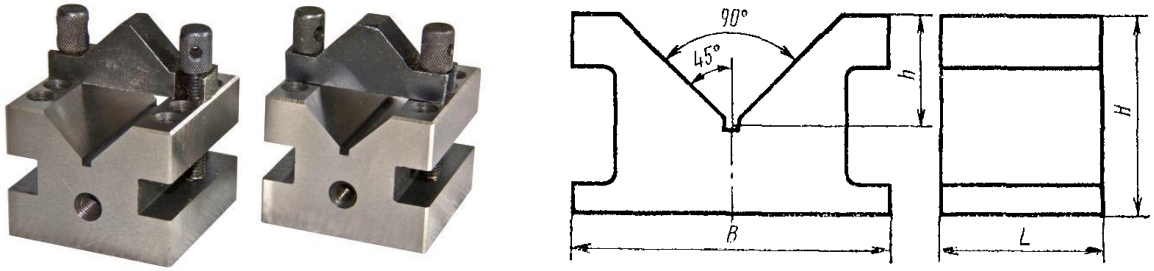


Рис. 3.3 – Плити повірочні

Повірочні плити призначені для перевірки площинності поверхонь. Крім того, їх використовують в якості базових поверхонь для установки на них мініметрів, оптіметрів, синусних лінійок центрових бабок, призм та інших вимірювальних засобів. Повірочні плити виготовляють десяти розмірів — від 100 х 200 до 1000 х 1500 мм (для спеціальних цілей допускається виготовлення плит до 3200 х 5000 мм). По точності робочу поверхню плити поділяють на 4 класи. Плити 0, 1 і 2-го класів є повірочними, а 3-го класу — розмічальні. Робоча поверхня плит, призначених для перевірки на фарбу, повинна бути пришабрена, а для більш точних перевірок – притерта, розмічальні плити можуть застосовуватися також зі струганою поверхнею.

3.1.4 Призма ГОСТ 5641-82



а)зовнішнийвігляд б) кресленик

Рис. 3.4 – Призма

Для установки заготовок на повірочної плиті застосовують домкрати, підкладки, клини, куби і призми. Призми є настановними елементами з обмеженою поверхнею контакту, що забезпечує стійкість установки деталі незалежно від похибки її форми і розмірів.

3.2 Основні теоретичні відомості

Точність геометричних параметрів деталей характеризується точністю не тільки розмірів її елементів, але і точністю форми і взаємного розташування поверхонь. Відхилення (похибки форми і розташування поверхонь виникають у процесі обробки деталей із-за неточності і деформації верстата, інструмента і пристосування; деформації оброблюваного виробу; нерівномірності припуску на обробку і т. п. В рухомих з'єднаннях ці відхилення призводять до зменшення зносостійкості деталей внаслідок підвищеного питомого тиску на виступах нерівностей, до порушення плавності ходу, шумообразованию і т. д. В нерухомих і щільних рухомих з'єднаннях відхилення форми і розташування поверхонь

викликають нерівномірність натягов або зазорів, внаслідок чого знижуються міцність з'єднання, герметичність і точність центрування.

При збільшенні навантажень, швидкостей, робочих температур, характерних для сучасних машин і приладів, вплив відхилень форми і розташування поверхонь посилюється.

Відхилення форми і розташування поверхонь знижують не тільки експлуатаційні, а й технологічні показники виробів. Вони істотно впливають на точність і трудомісткість складання і підвищують обсяг пригоночних операцій, знижують точність вимірювання розмірів, впливають на точність базування деталі при виготовленні та контролі.

Для забезпечення необхідної точності параметрів виробу, його працездатності і довговічності в робочих кресленнях деталей необхідно вказувати не тільки граничні відхилення розмірів, але і допусків форми і розташування поверхонь. Правильне нормування точності форми та розташування поверхонь, що сприяє підвищенню точності геометрії деталей при їх виготовленні та контролі, є одним з основних факторів підвищення якості машин і приладів.

Розрізняють такі відхилення форми і розташування:

Відхилення форми поверхні і профілю – відхилення форми реального профілю поверхні або від форми номінальної поверхні (профілю).

Відхилення розташування поверхонь – відхилення реального розташування поверхні, осі або площини симетрії від їх номінального розташування. Для оцінки точності розташування призначають бази базові поверхні, осі або точки, відносно яких задається номінальна розташування.

Сумарні відхилення форми і розташування поверхонь- відхилення, які є результатом спільного прояви відхилення форми і розташування відносно заданих баз.

У цій лабораторній роботі виконуються вимірювання:

— відхилення форми: відхилення від прямолінійності (-); відхилення від круглості (○).

— відхилення розташування: відхилення від співвісності (○);

— сумарні відхилення форми і розташування: радіальне биття (↑).

3.2.1 Призначення допусків форми і розташування в кресленнях

Допуски форми і розташування вказуються в кресленнях у відповідності з ГОСТ 2.308-79.

Умовне позначення (знак) допуску поміщають у першій частині рамки, у другій частині вказують значення допуску в міліметрах, а в третин (якщо необхідно) дають літерне позначення бази.

Чисельні значення допусків встановлені ГОСТ 24643-81. Вибір допуску здійснюється з урахуванням номінального розміру і ступеня точності нормованої поверхні.

Для кожного виду допуску форми і розташування поверхонь встановлено 16 ступенів точності.

Числові значення допусків збільшуються від одного ступеня до іншого. Існує зв'язок між точністю розмірів деталей (квалітетом) і точністю форми або розташування поверхонь (ступенем точності).

Стандарт встановлює такі рівні відносної геометричної точності форми:

А – нормальна відносна геометрична точність; допуски форми та розташування складають приблизно 60 % допуску розміру;

В – підвищена відносна геометрична точність; допуски форми та розташування становлять приблизно 40 % допуску розміру;

С – висока відносна геометрична точність; допуски форми та розташування становлять приблизно 25 % допуску розміру.

Таблиця 3.1 — Ступінь точності форми циліндричних поверхонь в залежності від квалітету допуску діаметра і відносної геометричної точності (по ГОСТ 24643-81)

Відносна геометрі на точність	Квалітет допуску діаметру за ГОСТ 25346-82									
	3	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
	Ступінь точності форми									
Нормальна (А)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Підвищена (В)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Висока (С)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Особливо висока			1	2	3	4	5	6	7	8

3.2.2 Методика вимірювань відхилень форми і розташування поверхоньдеталей

Загальний порядок роботи з індикатором годинникового типу:

— Вимірювальний стрижень вручну піднімається, на основу під індикатором поміщається еталон.

— Вимірювальний стрижень опускається на поверхню еталона або в контрольну точку, шкала індикатора переміщається на нульову позначку.

— Вимірювальний стрижень вручну піднімається, на основу під індикатором поміщається вимірювана деталь або підводиться наступна контрольна точка.

— Вимірювальний стрижень опускається на поверхню деталі, шкала індикатора показує різницю положення контрольної та вимірюваної точок або розмірів вимірюваної деталі й еталонною.

3.2.2.1 Вимірювання відхилення від прямолінійності

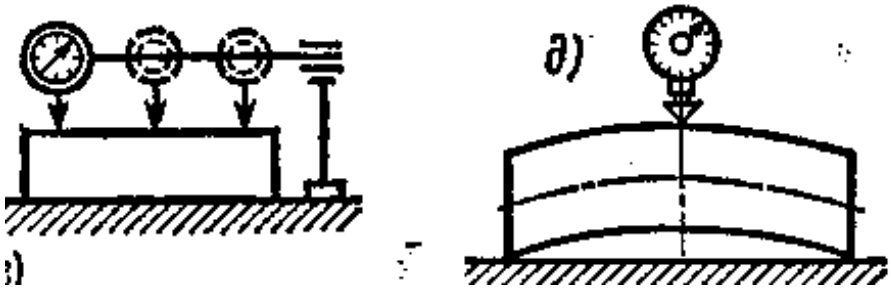


Рис. 3.5 – Схема вимірювання відхилення від прямолінійності плоскої деталі (а) та вісі циліндричної деталі (б)

При вимірюванні відхилень від прямолінійності плоскої деталі деталь, що контролюється, встановлюють безпосередньо на повірочну плиту. Відхилення від прямолінійності визначається вимірювальною головкою, наприклад, індикатором годинникового типу, встановленому на стійці. Стійкою переміщають по плиті вздовж деталі, виробляючи при цьому відлік відхилення за шкалою приладу в декількох точках профілю. Додатково, для зручності, при вимірі може бути застосована напрямна лінійка. Вимірювання відхилень від прямолінійності осі здійснюють шляхом її обертання на повірочної плиті.

Величина відхилення від прямолінійності дорівнює максимальній різниці показань вимірювальної головки. При вимірах для зручності рекомендується користуватися бічним упором.

Таблиця 3.2 — Допуски прямолінійності (по ГОСТ 24643-81)

Номінальна довжина, мм	Ступінь точності									
	5	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
	мкм								мм	
До 10	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	0,06	0,1
« 10 « 16	22	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12
« 16 « 25	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16
« 25 « 40	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2
« 40 « 63	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25
« 63 « 100	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3
« 100 « 160	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4
« 160 «250	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5
« 250 «400	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6

« 400 «630	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8
«630 «1000	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1,0

3.2.2.2 Вимірювання відхилення від круглості

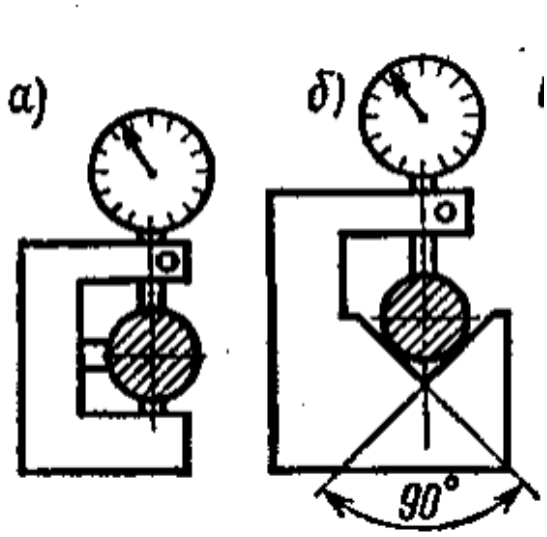


Рис. 3.5 -Схема вимірювання відхилення від круглосідвохкотактним (а) та трьох контактним (б) методами

Відхилення від круглості найбільш повно контролюється на спеціальних приладах – кругломірах, на яких реальний профіль порівнюється з траєкторією точного обертання, здійснюваного шпинделем приладу. Наближено відхилення від круглості може бути вимірянодвох- або трьохконтактним способами.

Двохконтактний спосіб дозволяє виявити овальність та огранювання з парним числом граней. При вимірюванні цим способом відхилення від круглості буде дорівнює половині різниці між найбільшим і найменшим діаметрами поперечного перерізу, які визначають при повертанні деталі між вимірювальною головкою та вузької опорою, настановної на повірочної плиті (рис. 3.5 а). Для зручності і в цьому випадку рекомендується користуватися бічним упором.

Таблиця 3.3 — Допуски круглості (по ГОСТ 24643-81)

Номінальна довжина, мм	Ступінь точності								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
До 3	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
Св. 3 до 10	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
« 10 « 18	2	3	5	8	12	20	0	50	80
« 18 « 30	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
« 30 « 50	3	5	8	12	20	30	50	80	120
« 50 « 120	4	6	10	16	25	40	60	100	160
« 120 « 250	5	8	12	20	30	50	80	120	200
« 250 « 400	6	10	16	25	40	60	100	160	250
« 400 « 630	8	12	20	30	50	80	120	200	300

« 630 « 1000	10	16	25	40	60	100	160	250	400

Якщо характер відхилення від круглості відповідає огранці з непарним числом граней, застосовується **трьохконтактний** спосіб. Для цього можна використати базування на призмах. В цьому випадку показання приладу ділять на поправочний коефіцієнт (наводиться в відповідних таблицях), які залежать від числа граней ограновування і числа призми. Так як не при всякому куту призми можна виявити огранку з будь-яким числом граней, а число граней заздалегідь невідомо, то зазвичай виробляють вимір на призмах з різними кутами, наприклад, 60°, 90°, 120° і ін.

У цій лабораторній роботі вимір відхилення від круглості трьохконтактним способом виконується на призмах з кутом 90°. В цьому випадку, і при огранці з непарним числом граней (3... 5 граней) ***відхилення від круглості*** буде дорівнювати половині різниці найбільшого і найменшого діаметрів.

3.2.2.3 Вимірювання відхилення від співвісності

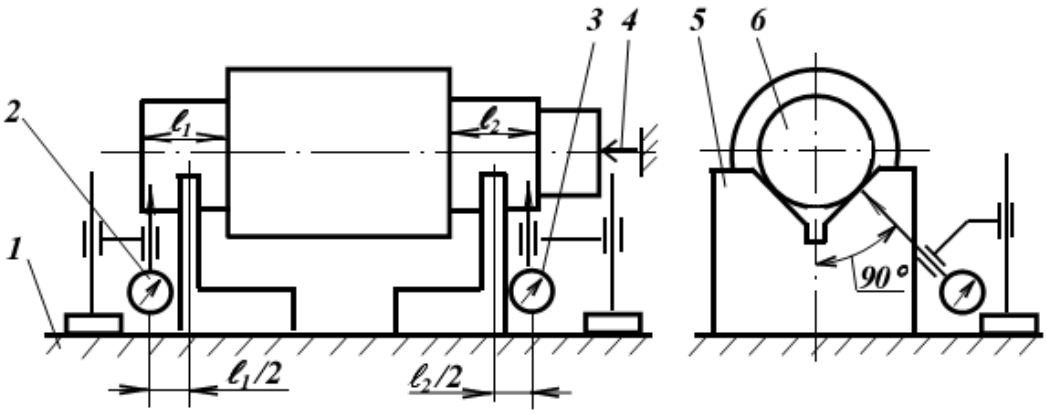


Рис. 3.7 – Схема вимірювання відхилу від співвісності

Вимір відхилення від співвісності шийок вала відносно загальної осі виконують у крайніх перетинах деталі за допомогою двох вимірювальних головок. При вимірюванні обидві контрольовані поверхні базуються на двох ножових призматичних опорах, встановлених на повірочної плиті. Величина відхилення від співвісності буде дорівнює половині різниці відліку по шкалі індикатора при повному повороті вала навколо осі.

Числове значення допуску співвісності, у разі нормування під-шипникових шийок, визначається в залежності від типу підшипника і довжини посадочної поверхні.

Таблиця 3.4 — Допуски співвісності посадочних поверхонь вала в підшипникових вузлах

Тип підшипника	Допуск співвісності, мкм, посадочної поверхні довжиною b = 10 мм в діаметральному вираженні
	валу
Кулькові радіальні однорядні (при радіальному навантаженні):	4,0
Кулькові радіально-упорні однорядні з кутами контакту : α = 12° α = 26° α = 26°	 3,0 2,4 2,0
Роликові радіальні з короткими циліндричними роликами: без модифікованого контакту: з модифікованим контактом:	 1,0 3,0
Роликові радіально – упорні з конічними роликами: без модифікованого контакту: з невеликим модифікованим контактом:	 1,0 2,0
Роликові упорні з циліндричними або конічними роликами	0,5

3.2.2.4 Вимірювання радіального биття

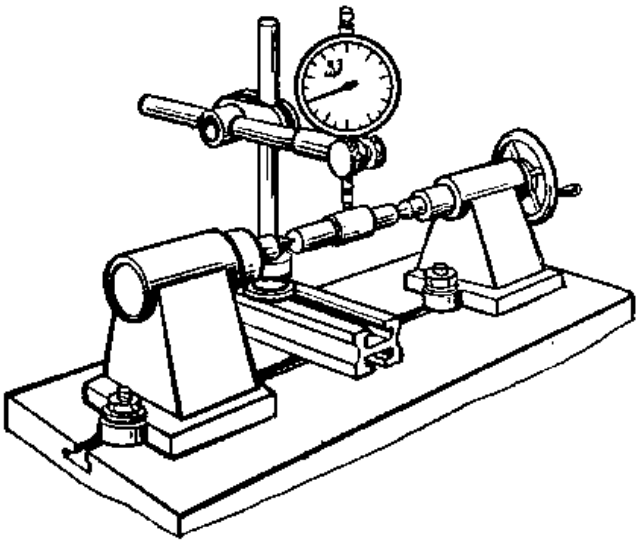


Рис. 3.8 – Схема вимірювання радіального биття

При вимірюванні радіального биття деталі базують з допомогою оправок, патронів, призм або центрів. Величина биття визначається як різниця найбільших і найменших показань вимірювальної головки при повороті деталі на один оборот.

Базування і обертання деталі при цьому слід проводити щодо тієї осі або поверхні, яка вказана в якості бази в позначенні допуску. Якщо в якості бази вказана вісь деталі, базування слід здійснювати в центрах. Якщо поверхня, наприклад шийок вала, то на призмах.

В цій лабораторній роботі виконується вимірювання радіального биття посадкової поверхні (під зубчасте колесо) валика відносно шийок валу (місць установки підшипників кочення) з базуванням в центрах.

Таблиця 3.5 — Допуски радіального биття (по ГОСТ 24643-81)

Номінальна довжина, мм	Ступінь точності								
	4	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
До 3	3	5	8	12	20	30	50	80	120
Св. 3 до 10	4	6	10	16	25	40	60	100	160
« 10 « 18	5	8	12	20	30	50	80	120	200
« 18 « 30	6	10	16	25	40	60	100	160	250
« 30 « 50	8	12	20	30	50	80	120	200	300
« 50 « 120	10	16	25	40	60	100	160	250	400
« 120 « 250	12	20	30	50	80	120	200	300	500
« 250 « 400	16	25	40	60	100	160	250	400	600
« 400 « 630	20	30	50	80	120	200	300	500	800
« 630 « 1000	25	40	60	100	160	250	400	600	1000

3.3 Хід роботи

Потрібно на ескізах деталей вказати вимоги до форми та розташування поверхонь деталей; шляхом вимірювання відхилень форми і розташування зробити висновок про відповідність форми і розташування контрольованих поверхонь заданим.

Порядок проведення роботи

1. За допомогою штангенциркуля і лінійок визначити номінальні розміри деталей, зображених на ескізах. Проставити на ескізах розміри, поля допусків.

2. Користуючись таблицями визначити встановлені допуски форми і розташування, проставити їх на ескізах деталей.

3. Вивчити методику проведення вимірювань відхилень форми і розташування.

4. Встановити деталь на повірочну плиту, призму або центру, згідно методики вимірювання відхилення.

5. Встановити прилад на вимірювальну позицію, здійснити його налаштування на нуль по контрольним точкам деталей.

6. Провести вимірювання і визначити відхилення форми і розташування (Е). При цьому пам'ятати, що:

— При вимірюванні відхилення від прямолінійності плоскої деталі: Е максимальне показання приладу при вимірюванні в декількох точках.
— При вимірюванні відхилення від прямолінійності осі: Е максимальне показання приладу при обертанні деталі навколо осі. Вимірювати слід по краях і в центрі.
— При вимірюванні відхилення від круглості: Е половина максимального показання приладу при обертанні деталі навколо осі. Вимірювати слід у трьох перетинах.
— При вимірюванні відхилення від співвісності: Е – половина максимальної різниці показань приладів при повному обороті деталі навколо осі.
— При вимірюванні радіального биття: Е максимальне показання приладу при обертанні деталі навколо осі. Вимірювати слід у трьох перетинах.

7. Занести результати до протоколу і дати висновок про придатність поверхонь.

3.4 Контрольні питання

1. Пристрій, конструкція, налаштування на нуль індикатора годинникового типу

2. Методика вибору чисельних значень допусків форми і розташування

3. Схема вимірювання відхилення від прямолінійності; круглості; співвісності; радіального биття

4. Як зробити висновок про придатність деталі за результатами вимірювання відхилення форми

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАННОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мартинов, А. П. Взаємозамінність, метрологія, стандартизація : Конспект лекцій для студентів всіх специальностей направлення «Інженерна механіка» / А. П. Мартинов. –Краматорськ : ДДМА, 2008. – 180 с.

2. Белкин, И. М. Средства лине йно – угловых измерений : Справочник. / И. М. Белкин. - М. : Машиностроение. 1987. – 368 с.

3. Зябрева. Н. Н. Лабораторные занятия по курсу «Основы взаимозаменяемости и технические измерения». / Н. Н. Зябрева, М. Я. Шегал. – М. : Машиностроение, 1966. -335 с.

4. Анухин, В. И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах : учеб.пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — СПб : Изд-во СПбГТУ, 2001. — 219 с. - ISBN: 978-5-496-00042-0.

5. Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебник для вузов / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. — 6-е изд., перераб. и дополн. — М. : Машиностроение, 1987. — 352 с.

6. Допуски и посадки : Справочник. В 2-х т. Т. 1 / В. Д. Мягков [и др.] — 6-е изд., перераб. и дополн. — Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982. - 543 с.

7. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х т. / В. Д. Мягков [и др.] — 6-е изд., перераб. и дополн. — Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982. - 543 с.

Навчальне видання

СТАНДАРТИЗАЦІЯ, МЕТРОЛОГІЯ, КОНТРОЛЬ

Методичні вказівки до лабораторних робіт
для студентів всіх спеціальностей галузі знань «Механічна інженерія»
всіх форм навчання

Укладач КУЛІК Тетяна Олександрівна

Редагування Т. О. Кулік

Комп’ютерне верстання Т. О. Кулік

23/2015. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 2,09.
Обл.-вид. арк. 1,41. Тираж прим. Зам. №

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003